

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

46

(11)Publication number : 10-333030

(43)Date of publication of application : 18.12.1998

(51)Int.Cl.

G02B 13/24

G02B 13/18

(21)Application number : 09-163329

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 04.06.1997

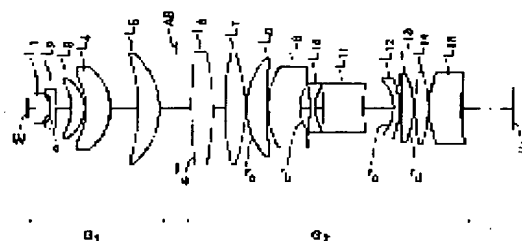
(72)Inventor : SHIMIZU YOSHIYUKI

(54) PRECISION COPYING LENS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a precision copying lens which is provided with a sufficiently large numerical aperture, whose image forming performance is extremely high and the number of lenses is sufficiently small.

SOLUTION: This precision copying lens is constituted of a first lens group G1 whose refractive power is positive and a second lens group G2 whose refractive power is positive toward an enlargement magnification side R from a reduction magnification side W. The group G1 is provided with at least one negative lens and at least one aspherical lens surface. Then, the precision copying lens is provided with at least two aspherical lens surfaces as a whole system. Besides, it is provided with the constitution of only one set of double Gauss type lenses having a lens surface (ra) whose convex surface is made to face the reduction magnification side W, a lens surface (rb) whose concave surface is made to face the enlargement magnification side R, a lens surface (rc) whose the concave surface is made to face the reduction magnification side W and a lens surface (rd) whose convex surface is made to face the enlargement magnification side R toward the enlargement magnification side R from the reduction magnification side W in the whole system. Then, constitution of one set of the double Gauss type lenses is arranged in the 2nd lens group G2.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-333030

(43)公開日 平成10年(1998)12月18日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 13/24
13/18

識別記号

F I

G 0 2 B 13/24
13/18

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平9-163329

(22)出願日 平成9年(1997)6月4日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 清水 義之

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株

式会社ニコン内

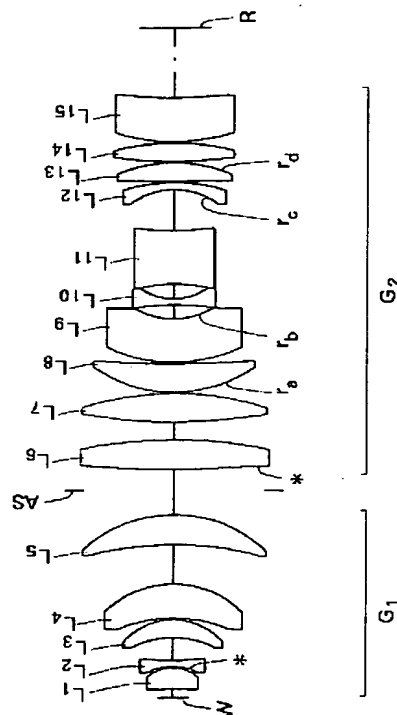
(74)代理人 弁理士 猪熊 克彦

(54)【発明の名称】 精密複写レンズ

(57)【要約】

【課題】十分に大きな開口数を持ち、結像性能がきわめて高く、しかもレンズ枚数が十分に少ない精密複写レンズを提供する。

【解決手段】縮小倍率側Wから拡大倍率側Rに向けて、正屈折力の第1レンズ群G₁と、正屈折力の第2レンズ群G₂とからなり、第1レンズ群G₁は、少なくとも1枚の負レンズと、少なくとも1面の非球面レンズ面とを有し、全系で少なくとも2面の非球面レンズ面を有し、縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、縮小倍率側に凸面を向けたレンズ面r_aと、拡大倍率側に凹面を向けたレンズ面r_bと、縮小倍率側に凹面を向けたレンズ面r_cと、拡大倍率側に凸面を向けたレンズ面r_dとを有するダブルガウス型レンズ構成を、全系で1組のみ有し、該1組のダブルガウス型レンズ構成は、第2レンズ群G₂の中に配置されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、正屈折力の第 1 レンズ群と、正屈折力の第 2 レンズ群とからなり、

前記第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 1 面の非球面レンズ面とを有し、

全系で少なくとも 2 面の非球面レンズ面を有し、

縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、縮小倍率側に凸面を向けたレンズ面と、拡大倍率側に凹面を向けたレンズ面と、縮小倍率側に凹面を向けたレンズ面と、拡大倍率側に凸面を向けたレンズ面とを有するダブルガウス型レンズ構成を、全系で 1 組のみ有し、

該 1 組のダブルガウス型レンズ構成は、前記第 2 レンズ群の中に配置されている、精密複写レンズ。

【請求項 2】前記第 1 レンズ群は、縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、正レンズと、負レンズと、縮小倍率側に凹面を向けた 2 枚の正メニスカスレンズとを有する、請求項 1 記載の精密複写レンズ。

【請求項 3】前記第 2 レンズ群は、少なくとも 1 面の非球面レンズ面を有する、請求項 1 又は 2 記載の精密複写レンズ。

【請求項 4】前記拡大倍率側に凹面を向けたレンズ面を有するレンズと、前記縮小倍率側に凹面を向けたレンズ面を有するレンズは、共にメニスカス負レンズである、請求項 1、2 又は 3 記載の精密複写レンズ。

【請求項 5】前記拡大倍率側に凹面を向けたレンズ面を有するレンズと、前記縮小倍率側に凹面を向けたレンズ面を有するレンズの間に、少なくとも 1 枚の負レンズを有し、

該負レンズのうちの少なくとも 1 枚の負レンズは、両凹形状に形成された、請求項 1、2、3 又は 4 記載の精密複写レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路の製造に使用される投影レンズのように、精密な複写に用いるレンズに関する。

【0002】

【発明が解決しようとする課題】集積回路の製造に使用される投影レンズは、そのレンズの開口数及び使用される光の波長によって決まる最大限の解像力を持つことが必要である。しかしそれだけではなく、レチクル、マスク等の投影原版（以下本明細書においてレチクルと総称する。）上の微細なパターンの形状を、感光剤を塗布したウエハ、ガラスプレート等の感光基板（以下本明細書においてウエハと総称する。）上に精密に投影する必要があるために、像面の湾曲、歪曲、その他の収差も非常に厳しく補正されていることが要求される。すなわち文字通りの理想像にできるだけ近い像を作ることが求められる。更にチップの大型化に伴い、包含する有効画面の

大きさも増大してきた。これらの必要を満たすためレンズ構成は複雑となり、およそ 30 枚程度のレンズを必要とし、その設計、製造は益々困難の度合いを増している。そこで本発明は、十分に大きな開口数を持ち、結像性能がきわめて高く、しかもレンズ枚数が十分に少ない精密複写レンズを提供することを課題とする。

【0003】

【課題を解決するための手段】本発明者は上記課題を解決するために研究を重ね、一般にダブルガウス型と呼ばれるレンズ構成が、従来の投影レンズでは 2 組用いられており、そのために全系のレンズ枚数が多くなっていることに着目した。そして、非球面レンズ面を 2 枚以上程度導入することにより、開口数が 0.6 以上で良好な結像性能を維持しながら、ダブルガウス型レンズ構成を 1 組に減らすことができ、したがって全系のレンズ枚数を劇的に減らすことができることを見出して、本発明を完成するに至った。すなわち本発明は、縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、正屈折力の第 1 レンズ群と、正屈折力の第 2 レンズ群とからなり、第 1 レンズ群は、少なくとも 1 枚の負レンズと、少なくとも 1 面の非球面レンズ面とを有し、全系で少なくとも 2 面の非球面レンズ面を有し、縮小倍率側から拡大倍率側に向けて、縮小倍率側に凸面を向けたレンズ面と、拡大倍率側に凹面を向けたレンズ面と、縮小倍率側に凹面を向けたレンズ面と、拡大倍率側に凸面を向けたレンズ面とを有するダブルガウス型レンズ構成を、全系で 1 組のみ有し、該 1 組のダブルガウス型レンズ構成は、第 2 レンズ群の中に配置されている、精密複写レンズである。このように最低 2 枚の非球面レンズ面を採用することにより、投影レンズなどの精密複写レンズの構成枚数を、例えば従来の半分すなわち 15 枚程度にまで減少させることができる。

【0004】本発明による精密複写レンズを、半導体製造用の投影レンズとして使用するときには、光線は拡大倍率側（レチクル側）から縮小倍率側（ウエハ側）に進むが、以下の説明では便宜上、縮小倍率側の物体（ウエハ）から拡大倍率側の像面（レチクル）に光線が進むものとして説明する。本発明による精密複写レンズの基本的構造は、大別して 2 つのレンズ群 G_1 、 G_2 からなる。縮小倍率側すなわち物体側（ウエハ側）に配置した第 1 レンズ群 G_1 は、顕微鏡対物レンズの前群に近い形状を与え、物体（ウエハ）から出た発散光線をほぼ平行状態としている。他方、その後方の拡大倍率側（レチクル側）に配置した第 2 レンズ群 G_2 としては、現在、収差の良く補正され最も信頼できるタイプとして知られているダブルガウス型写真レンズを用いている。なおダブルガウス型のレンズ構成とは、左右対称なレンズ構成であり、したがっていずれの側から規定しても同じであるが、例えば縮小倍率側（ウエハ側）に凸面を向けたレンズ面 r_a と、拡大倍率側（レチクル側）に凹面を向けたレンズ面 r_b と、縮小倍率側（ウエハ側）に凹面を向け

たレンズ面 r_c と、拡大倍率側（レチクル側）に凸面を向けたレンズ面 r_d とを含み、これらのレンズ面 r_a 、 r_b 、 r_c 、 r_d がその順に配置されたレンズ構成をいう。

【0005】一般的に顕微鏡対物レンズは、サジタルコマが負に湾曲する傾向を持ち、ダブルガウス型のレンズは、これとは逆に、サジタルコマが正に湾曲する傾向を持つ。したがってこれらのレンズを組み合わせることで、サジタルコマが良好な状態に補正される。これが本発明による光学系の基本的な構想である。しかし顕微鏡対物レンズとガウス型レンズとを組み合わせれば、必ずコマが補正されるというわけではない。つまり上の構造は、必要条件ではあっても十分条件でない。また原型の持つ形式そのままでは収差補正に限界があるし、両レンズ群 G_1 、 G_2 から発生する収差も出来るだけ小さいことが望ましい。

【0006】まず顕微鏡対物レンズを基本とする第1レンズ群 G_1 の構成は、原理的には不歪面の連続であり、球面収差は元来良好に補正される特性を持っている。

0.6 程度の開口数の光束を、大きな球面収差を発生させずにほぼ並行状態に絞るには、屈折率を 1.5 として約 5 枚の正レンズを要する。この場合の倍率は約 5 倍であるから、0.6 の開口数に相当する光束は、およそ 0.1 程度にまで絞られることとなる。しかしこのままでは、顕微鏡対物レンズの特性をそのまま受け継いだものとなるから、サジタルコマは負へ湾曲する傾向を持つこととなる。そこでこの傾向を少なくし、大きなコマの発生を防ぐため、本発明においては顕微鏡対物レンズに対応する第1レンズ群 G_1 に、少なくとも 1 枚の負レンズを導入している。但し負レンズを導入したために、第1レンズ群 G_1 の正のパワーが不足することとなるから、第1レンズ群 G_1 中の正レンズのパワーを増大させる必要が生じる。ここで正レンズの枚数を増加したのでは、本発明の目的を達成することができない。そこで本発明においては、構成枚数を増加させることなく正レンズの曲率を強めてパワーを増し、それに因る収差の発生は非球面を採用することにより防いだ。

【0007】このように第1レンズ群 G_1 に含まれる負レンズと非球面は、主として画面周辺部の像に発生し小さなコマの補正を目的としているので、比較的レンズの有効径の小さい面にこれらを採用するのがよい。その理由は、物体（ウエハ）の中心と周辺から出たそれぞれの光がレンズを通過する高さが、総体的により大きく異なる故に、周辺部のコマの補正には有効であるからである。すなわち物体（ウエハ）に比較的近い面を非球面とすることが望ましい。また第1レンズ群の具体的な構成としては、縮小倍率側（ウエハ側）から拡大倍率側（レチクル側）に向けて順に、正レンズと、負レンズと、縮小倍率側（ウエハ側）に凹面を向けた 2 枚の正メニスカスレンズとを有する構成とすることが好ましい。

【0008】第1レンズ群 G_1 によってほぼ平行光とな

った光束は、正の屈折力を持つ第2レンズ群 G_2 によって像面（レチクル）上に結像する。ここでコマ収差の補正を目的とした先の非球面とは別に、球面収差を良好に補正する目的でもう 1 つの非球面を含ませる必要がある。この目的のためには有効径の大きい、光線のより広がった面を非球面とするのが効率的である。両レンズ群 G_1 、 G_2 の境界では光束は平行光に近く、すなわち光束が広がっているから、両レンズ群 G_1 、 G_2 の境界近くの面を非球面とすることが望ましい。以下の各実施例では、この非球面は第2レンズ群 G_2 中に配置されているが、両レンズ群 G_1 、 G_2 の境界近くの第1レンズ群 G_1 側のレンズ面を非球面とすることもできる。

【0009】ダブルガウス型レンズを用いた第2レンズ群 G_2 は、ダブルガウス型の原型そのままとすることもできるが、光線を緩やかに曲げるために、拡大倍率側（レチクル側）に凹面を向けたレンズ面 r_b を有するレンズと、縮小倍率側（ウエハ側）に凹面を向けたレンズ面 r_c を有するレンズは、共にメニスカス負レンズとすることが好ましい。同様の理由により、レンズ面 r_b を有するレンズとレンズ面 r_c を有するレンズの間に、少なくとも 1 枚の負レンズを配置することが好ましく、更には、この負レンズのうちの少なくとも 1 枚の負レンズを、両凹形状に形成することが好ましい。これらの構成により、主としてコマに及ぼす悪影響を抑えつつ、ベッツバル和を良好に補正することができる。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面によって説明する。以下の各実施例は、本発明による精密複写レンズを半導体露光装置の投影光学系に適用したものであり、図1、図3、図5、図7は、それぞれ第1～第4実施例の投影光学系の断面図を示す。各実施例の投影光学系とも、レチクル R 上のパターンを縮小倍率にてウエハ W 上に投影露光するものであり、縮小倍率側すなわちウエハ W 側から拡大倍率側すなわちレチクル側に向けて、正屈折力の第1レンズ群 G_1 と、正屈折力の第2レンズ群 G_2 とからなる。開口絞り AS は両レンズ群 G_1 、 G_2 の間に配置されている。また、図中 * 印は非球面レンズ面を表す。

【0011】以下の表1～表4に、それぞれ第1～第4実施例の諸元を示す。各表はウエハ W 側を物体面とし、レチクル R 側を像面として示したものであり、〔主要諸元〕中、 y は最大像高（レチクル R 上での光線高）、 N_A は物体側（ウエハ W 側）開口数を示す。〔レンズ諸元〕中、第1欄 No は物体側（ウエハ W 側）からのレンズ面の番号、第2欄 r は各レンズ面の曲率半径、第3欄 d は各レンズ面から次のレンズ面までの間隔、第4欄は各レンズの番号、第5欄はガウス型レンズ構成のレンズ面 r_a 、 r_b 、 r_c 、 r_d を示す。

【0012】また第1欄中 * 印を付したレンズ面は非球面を示し、非球面レンズ面についての第2欄 r は、頂点

曲率半径である。非球面の形状は、

$$z(y) = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)y^2/r^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

y : 光軸からの高さ

z : 接平面から非球面までの光軸方向の距離

r : 頂点曲率半径

κ : 円錐係数

A、B、C、D : 非球面係数

によって表わしており、[非球面データ]に円錐係数 κ と非球面係数A、B、C、Dを示した。すべての実施例のすべてのレンズの硝材は合成石英であり、合成石英の屈折率は $n = 1.50839$ である。またレンズの設計波長 λ は、 $\lambda = 248.4 \text{ nm}$ である。

【0013】各実施例とも、レンズ $L_1 \sim L_5$ までの5枚のレンズが第1レンズ群 G_1 に属し、レンズ $L_6 \sim L_{15}$ までの10枚のレンズが第2レンズ群 G_2 に属する。したがって全系は15枚のレンズによって構成されており、従来例の構成枚数の半分となっている。第1実施例の第1レンズ群 G_1 は、正レンズ L_1 と、負レンズ L_2 と、縮小倍率側（ウエハW側）に凹面を向けた3枚の正メニスカスレンズ $L_3 \sim L_5$ からなり、1面の非球面レンズ面 r_3 を有する。第2レンズ群 G_2 は1面の非球面レンズ面 r_{12} を有する。また、ダブルガウス型レンズ構成のうち、拡大倍率側（レチクルR側）に凹面を向けたレンズ面 r_b を有するレンズ L_9 と、縮小倍率側（ウエハW側）に凹面を向けたレンズ面 r_c を有するレンズ L_{12} は、共にメニスカス負レンズであり、これらのレンズ L_9 、 L_{12} の間に、2枚の両凹レンズ L_{10} 、 L_{11} が配置されている。

【0014】第2実施例の第1レンズ群 G_1 は、正レンズ L_1 と、負レンズ L_2 と、縮小倍率側（ウエハW側）に凹面を向けた2枚の正メニスカスレンズ L_3 、 L_4 と、両凸レンズ L_5 からなり、1面の非球面レンズ面 r_1 を有す

る。第2レンズ群 G_2 は1面の非球面レンズ面 r_{12} を有する。また、ダブルガウス型レンズ構成のうち、レンズ面 r_b を有するレンズ L_9 とレンズ面 r_c を有するレンズ L_{12} は、共にメニスカス負レンズであり、これらのレンズ L_9 、 L_{12} の間に、2枚の両凹レンズ L_{10} 、 L_{11} が配置されている。

【0015】第3実施例の第1レンズ群 G_1 は、正レンズ L_1 と、負レンズ L_2 と、縮小倍率側（ウエハW側）に凹面を向けた2枚の正メニスカスレンズ L_3 、 L_4 と、両凸レンズ L_5 からなり、1面の非球面レンズ面 r_1 を有する。第2レンズ群 G_2 は2面の非球面レンズ面 r_{12} 、 r_{26} を有する。また、ダブルガウス型レンズ構成のうち、レンズ面 r_b を有するレンズ L_9 とレンズ面 r_c を有するレンズ L_{12} は、共にメニスカス負レンズであり、これらのレンズ L_9 、 L_{12} の間に、2枚の両凹レンズ L_{10} 、 L_{11} が配置されている。

【0016】第4実施例の第1レンズ群 G_1 は、正レンズ L_1 と、負レンズ L_2 と、縮小倍率側（ウエハW側）に凹面を向けた3枚の正メニスカスレンズ $L_3 \sim L_5$ からなり、3面の非球面レンズ面 r_1 、 r_5 、 r_9 を有する。第2レンズ群 G_2 は2面の非球面レンズ面 r_{15} 、 r_{19} を有する。また、ダブルガウス型レンズ構成のうち、レンズ面 r_b を有するレンズ L_8 とレンズ面 r_c を有するレンズ L_{11} は、共にメニスカス負レンズであり、これらのレンズ L_9 、 L_{12} の間に、両凹レンズ L_{10} とメニスカスレンズ L_{11} が配置されている。

【0017】

【表1】

[主要諸元]

y = 54、NA = 0.63

[レンズ諸元]

No	r	d	
0	∞	12.000	W
1	-412.3737	32.015	L_1
2	-48.0908	2.000	
* 3	-74.9914	9.000	L_2
4	440.0919	33.447	
5	-117.6334	26.050	L_3
6	-86.5393	2.608	
7	-185.4456	51.184	L_4
8	-126.6760	58.837	
9	-452.3392	45.000	L_5
10	-174.0447	36.481	
11	—	30.578	A S
* 12	863.8970	45.000	L_6

13	-619.2023	26.007		
14	624.7659	42.343	L_7	
15	-401.7493	2.000		
16	175.5021	43.002	L_8	r_a
17	1229.9919	2.000		
18	195.0359	65.000	L_9	
19	94.0609	21.600		r_b
20	-298.7846	9.000	L_{10}	
21	74.6685	21.665		
22	-181.7479	80.000	L_{11}	
23	370.2730	61.030		
24	-94.4933	10.463	L_{12}	r_c
25	-223.7255	2.000		
26	3080.5003	28.011	L_{13}	
27	-184.9088	2.000		r_d
28	557.7267	27.021	L_{14}	
29	-313.1645	2.000		
30	244.4765	66.204	L_{15}	
31	551.5976	104.452		
32	∞		R	

[非球面データ]

No = 3	$\kappa = 0.0$	$A = -0.838669 \times 10^{-6}$	$B = -0.120851 \times 10^{-9}$
		$C = -0.221456 \times 10^{-13}$	$D = -0.322104 \times 10^{-17}$
No = 12	$\kappa = 0.0$	$A = -0.133559 \times 10^{-7}$	$B = 0.112938 \times 10^{-13}$
		$C = -0.299594 \times 10^{-18}$	$D = -0.157510 \times 10^{-22}$

【0018】

【表2】

[主要諸元]

y = 54、NA = 0.63

[レンズ諸元]

No	r	d	
0	∞	12.000	W
* 1	-285.2904	19.137	L_1
2	-54.4743	2.523	
3	-77.4934	55.752	L_2
4	-4040.8431	56.566	
5	-336.3406	41.278	L_3
6	-142.4889	2.000	
7	-3794.5868	31.973	L_4
8	-334.2358	2.000	
9	1213.1931	45.000	L_5
10	-388.8907	62.346	
11	—	56.232	AS
* 12	15648.4082	45.000	L_6
13	-422.4152	2.000	
14	409.0829	41.395	L_7
15	-826.4280	2.000	
16	184.9031	44.411	L_8 r_a
17	1162.2125	2.000	
18	172.1969	65.000	L_9
19	97.7177	21.650	r_b

20	-387.3645	15.000	L_{10}	
21	69.8491	22.975		
22	-167.5942	80.000	L_{11}	
23	597.8696	52.022		
24	-87.9543	15.000	L_{12}	r_c
25	-254.4693	2.000		
26	1304.4999	26.721	L_{13}	
27	-206.8947	2.000		r_d
28	588.3735	26.762	L_{14}	
29	-292.5931	2.000		
30	242.0915	41.896	L_{15}	
31	730.7850	103.361		
32	∞			R

[非球面データ]

No = 1	$\kappa = 0.0$	$A = -0.277552 \times 10^{-6}$	$B = 0.339384 \times 10^{-9}$
		$C = -0.213289 \times 10^{-12}$	$D = 0.870635 \times 10^{-16}$
No = 12	$\kappa = 0.0$	$A = -0.115626 \times 10^{-7}$	$B = 0.171661 \times 10^{-13}$
		$C = -0.470891 \times 10^{-18}$	$D = -0.299676 \times 10^{-23}$

【0019】

【表3】

[主要諸元]

y = 54、 NA = 0.63

[レンズ諸元]

No	r	d	
0	∞	12.000	W
* 1	-343.4103	38.622	L_1
2	-94.8805	2.000	
3	-265.0377	59.951	L_2
4	762.1421	47.494	
5	-424.8097	34.070	L_3
6	-174.9866	2.000	
7	-822.7865	34.312	L_4
8	-237.0235	2.000	
9	899.8952	45.000	L_5
10	-364.8016	68.188	
11	—	62.074	AS
* 12	1448.0526	45.000	L_6
13	-504.8813	2.000	
14	370.2340	43.211	L_7
15	-801.1447	2.000	
16	183.4536	41.299	L_8
17	878.5361	2.000	r_a
18	160.7184	57.613	L_9
19	89.8972	23.758	r_b
20	-323.3084	15.000	L_{10}
21	71.7007	21.662	
22	-182.7204	80.000	L_{11}
23	386.3882	51.701	
24	-83.4276	15.000	L_{12}
25	-182.5485	2.000	r_c
* 26	2056.7360	26.345	L_{13}

27	-204.0595	2.000	r_d
28	420.5864	26.676	L_{14}
29	-350.2068	2.000	
30	237.0890	28.247	L_{15}
31	515.2003	104.777	
32	∞	100.006	R

[非球面データ]

No = 1	$\kappa = 0.0$	$A = 0.175468 \times 10^{-6}$	$B = 0.122760 \times 10^{-9}$
		$C = -0.757276 \times 10^{-13}$	$D = 0.201173 \times 10^{-16}$
No = 12	$\kappa = 0.0$	$A = -0.112281 \times 10^{-7}$	$B = 0.326511 \times 10^{-13}$
		$C = -0.382247 \times 10^{-18}$	$D = -0.598689 \times 10^{-23}$
No = 26	$\kappa = 0.0$	$A = 0.177749 \times 10^{-7}$	$B = -0.769096 \times 10^{-12}$
		$C = -0.881895 \times 10^{-18}$	$D = 0.119522 \times 10^{-20}$

【0020】

【表4】

[主要諸元]

y = 60、 NA = 0.75

[レンズ諸元]

No	r	d	
0	∞	11.000	W
* 1	-451.9668	28.812	L_1
2	-51.3422	2.106	
3	-54.3232	98.270	L_2
4	3964.7967	5.124	
* 5	-4129.6700	85.627	L_3
6	-152.6636	1.000	
7	-1109.5486	47.313	L_4
8	-294.0002	1.000	
* 9	-1111.1011	61.292	L_5
10	-265.6806	130.298	
11	—	10.000	AS
12	1549.5637	42.510	L_6
13	-3072.1449	2.651	
14	477.7674	79.360	L_7 r_a
* 15	-332.1729	1.000	
16	175.7794	100.173	L_8
17	106.9303	34.731	r_b
18	-380.1037	13.600	L_9
* 19	167.4018	28.351	
20	-145.5550	150.000	L_{10}
21	-2196.5821	36.153	
22	-104.3517	52.125	L_{11} r_c
23	-185.2823	1.000	
24	15580.9719	41.656	L_{12}
25	-278.1868	1.000	r_d
26	311.7384	44.430	L_{13}
27	-1507.9969	1.000	
28	356.1569	56.523	L_{14}
29	79374.1600	73.755	
30	-442.6464	13.600	L_{15}
31	659.8543	94.542	

32	∞	R	
[非球面データ]			
No=1	$\kappa=0.0$	A = 0.150092×10^{-7}	B = $-0.208705 \times 10^{-10}$
		C = 0.375337×10^{-13}	D = $-0.148854 \times 10^{-16}$
No=5	$\kappa=0.0$	A = -0.342906×10^{-7}	B = 0.135963×10^{-11}
		C = 0.684686×10^{-17}	D = $-0.684736 \times 10^{-21}$
No=9	$\kappa=0.0$	A = -0.955961×10^{-8}	B = 0.221468×10^{-13}
		C = $-0.105327 \times 10^{-17}$	D = $-0.233395 \times 10^{-22}$
No=15	$\kappa=0.0$	A = 0.789729×10^{-8}	B = $-0.116109 \times 10^{-13}$
		C = 0.356843×10^{-18}	D = 0.175759×10^{-24}
No=19	$\kappa=0.0$	A = 0.687489×10^{-8}	B = 0.107561×10^{-11}
		C = 0.856171×10^{-16}	D = 0.586065×10^{-20}

【0021】図2、図4、図6、図8にそれぞれ第1～第4実施例の球面収差、非点収差、及び歪曲収差を示す。各収差図は、レチクルR側を像面とした収差図である。非点収差図中点線はメリジナル像面を表し、実線はサジタル像面を表す。各収差図より明らかなように、各実施例ともきわめて優れた結像性能を持つことが分かる。

【0022】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、十分に大きな開口数を持ち、結像性能がきわめて高く、しかもレンズ枚数が十分に少ない精密複写レンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による精密複写レンズの第1実施例のレ

ンズ構成を示す断面図

【図2】第1実施例の諸収差図

【図3】第2実施例のレンズ構成を示す断面図

【図4】第2実施例の諸収差図

【図5】第3実施例のレンズ構成を示す断面図

【図6】第3実施例の諸収差図

【図7】第4実施例のレンズ構成を示す断面図

【図8】第4実施例の諸収差図

【符号の説明】

$L_1 \sim L_{15}$ …レンズ

W…ウエハ

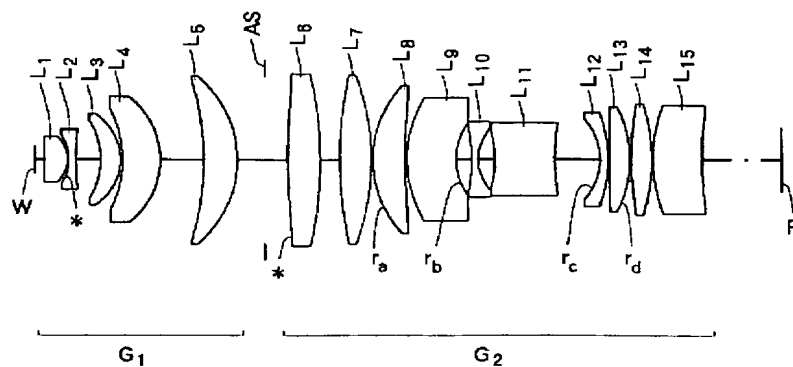
AS…開口絞り

G_1 、 G_2 …レンズ群

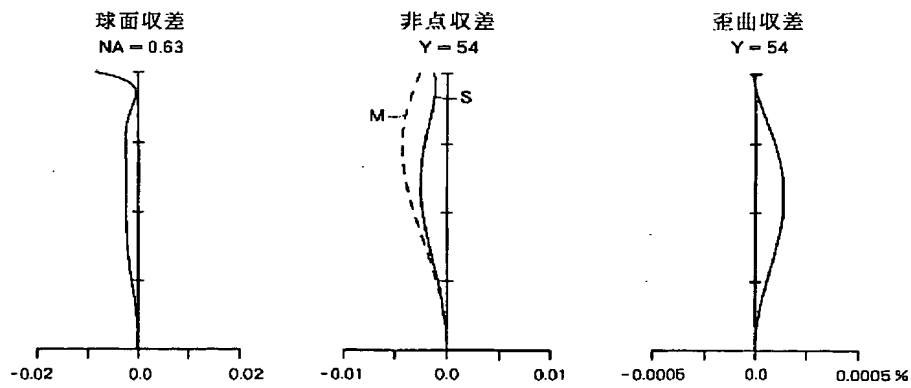
R…レチクル

*…非球面レンズ面

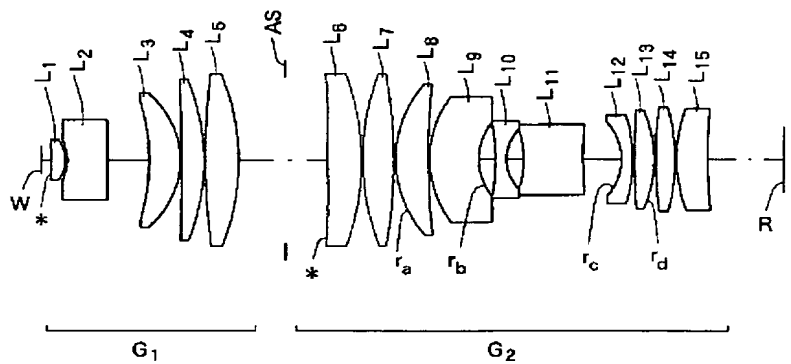
【図1】



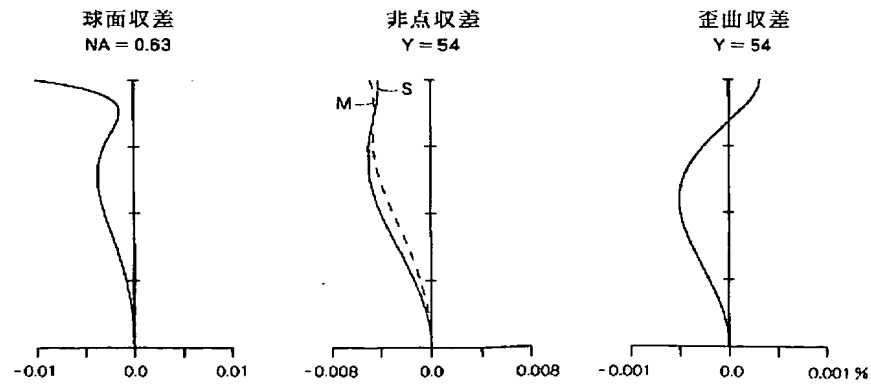
【図 2】



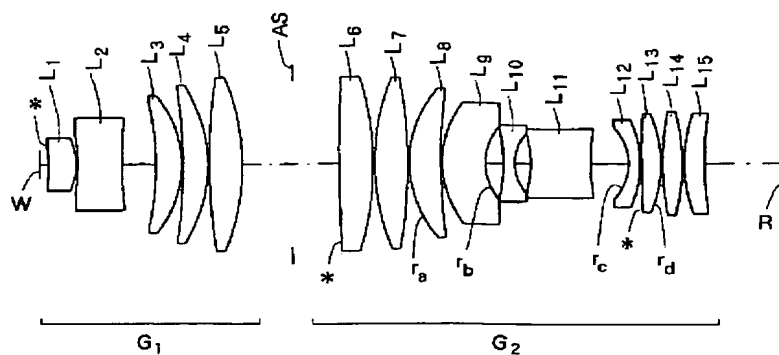
【図 3】



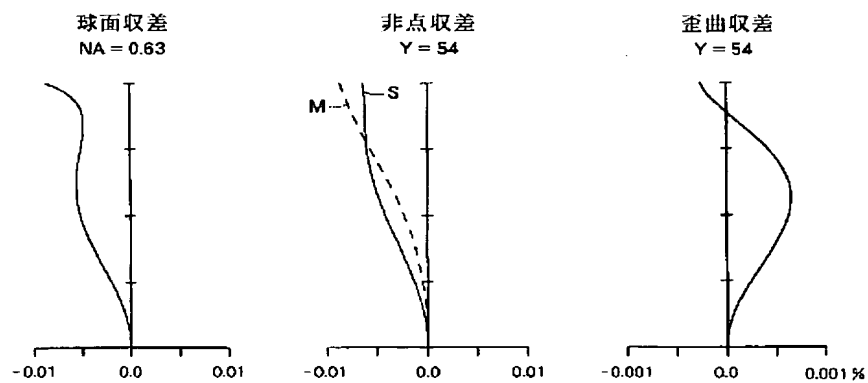
【図 4】



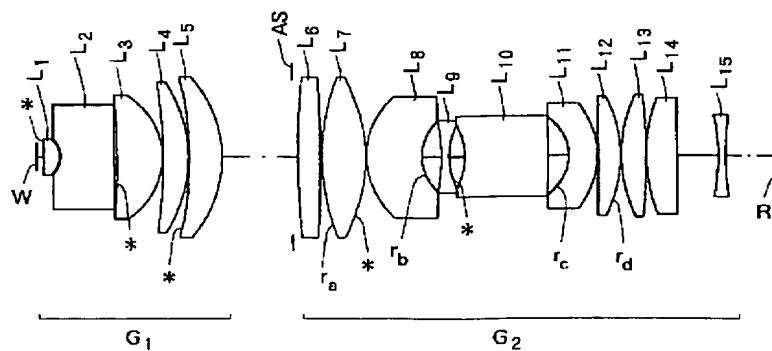
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

